

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2001-509619

(P2001-509619A)

(43) 公表日 平成13年7月24日 (2001.7.24)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テマコード* (参考)

G 0 6 T 7/00

G 0 1 B 11/30

A 2 F 0 6 5

G 0 1 B 11/30

H 0 1 L 21/66

J 4 M 1 0 6

G 0 6 F 17/00

Z 5 B 0 4 9

H 0 1 L 21/66

G 0 6 F 15/62

4 0 5 A 5 B 0 5 7

15/20

審査請求 未請求

予備審査請求 有

(全 46 頁)

(21) 出願番号 特願2000-501476(P2000-501476)

(86) (22) 出願日 平成10年6月30日 (1998.6.30)

(85) 翻訳文提出日 平成12年1月4日 (2000.1.4)

(86) 国際出願番号 PCT/US98/13670

(87) 国際公開番号 WO99/01842

(87) 国際公開日 平成11年1月14日 (1999.1.14)

(31) 優先権主張番号 08/888, 119

(32) 優先日 平成9年7月3日 (1997.7.3)

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), AU, CA, JP, KR

(71) 出願人 トライパス イメージング インコーポレイテッド

アメリカ合衆国 ワシントン州 98052

レッドモンド ワンハンドレッドアンドフ

ィフティフォース アベニュー ノースイ

ースト 8271

(72) 発明者 リー シー ヨン ジェイ

アメリカ合衆国 ワシントン州 98006

ベルヴィュー サウスイースト フィフテ

ィサード プレイス 15418

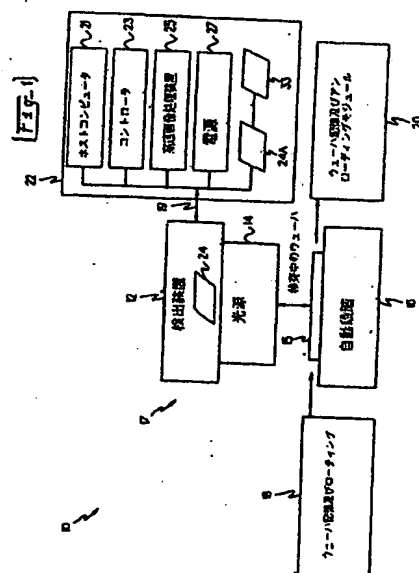
(74) 代理人 弁理士 中村 稔 (外9名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウェハと液晶ディスプレイの自動欠陥分類における増加的同时学習方法及び装置

(57) 【要約】

増加的同时学習法は、潜在欠陥 (60) と構成情報 (63) の提供、及び、異なる処理サイクルでの複数の結果からの知識欠陥データベース (86) からの第一の分類ルールと第2の分類ルール選定 (84) で始まる。そして、本方法は、真偽の問合せ (80) を実施して、第1の分類ルールと第2の分類ルール選定で使用するために、分類ルールデータベース (86) を更新する (61)。本方法は第1の欠陥分類を実施し (62)、分類の信頼度を確認し (64)、そして、もし、信頼度が高くないならば、第2の欠陥分類を実施する (66)。もし、第2の欠陥分類の信頼度が高くないならば (70)、新しい欠陥が発見されたかもしれず、新しい欠陥検知ステップ (76) が実施され、アーチファクト (78) 又は潜在的な新しい欠陥タイプを規定して、真偽の問合せ (80) のための情報を提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 自動欠陥分類における増加的同时学習方法において、

- (a) 欠陥イメージに真理ラベル(40)を与えるステップと、
 - (b) コンテキスト感知セグメンテーションを実行してセグメント化された出力(42)を発生するステップと、
 - (c) セグメント化されたイメージ出力から一セットの包括的な特徴を抽出して特徴出力(44)を与えるステップと、
 - (d) 自動特徴選択(46)とアプリケーション特徴セット出力(60)を有する特徴出力の変換とを実行するステップと、
 - (e) 自動分類ルール発生(48)を実行して自動特徴選択及び変換のための分類ルールを与えると同時に初期分類ルール(62)を与えるステップと、
 - (f) 新しい潜在的欠陥(50)を与えるステップと、
 - (g) 新しい潜在的欠陥(50)のコンテキスト感知セグメンテーションを実行するステップと、
 - (h) 潜在的欠陥(54)の特徴抽出を実行するステップと、
 - (i) 初期分類ルール(62)を使用して抽出された潜在的欠陥の特徴分類(56)を実行して欠陥分類(58)を与えるステップと、
- ことから成る方法。

【請求項2】 (a) 潜在的欠陥(60)と製造情報(63)を与えるステップと、

- (b) 異なるプロセスサイクルを有する複数の製品の欠陥知識データベース(86)から1次分類ルール及び2次分類ルール選択(84)を行うステップと、
- (c) 分類出力(62)を有する1次欠陥分類を実行するステップと、
- (d) 分類出力の信頼値をチェックして2次欠陥分類(64)を実行すべきかどうかを決定するステップと、
- (e) 信頼値が高い場合に、2次欠陥分類(66)を実行するステップと、
- (f) 2次欠陥分類の信頼値をチェックして(70)、2次欠陥分類の信頼値が高い場合に、分類結果を定めるとともにその分類結果を1次分類ルール及び2次分類ルール選択ステップ(74)に与えるステップと、

(g) 2次欠陥分類の信頼値が高くない場合に、分類結果を疑って(72)、潜在的欠陥を新規欠陥検出ステップ(76)に送るステップと、

(h) 新規欠陥検出ステップ(76)を実行して、アーティファクト又は潜在的な新しい欠陥のタイプを定めて真偽問合せ(80)のための情報を与えるステップと、

(i) 真偽問合せ(80)を実行して、1次分類ルール及び2次分類ルール選択(82)により使用するために分類ルールデータベースを更新するステップと、

をさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項3】 (a) 潜在的新規欠陥(60)及び製造情報(63)を与えるステップと、

(b) 異なるプロセスサイクル(86)を有する複数の製品の欠陥知識データベースから複数ステージ分類ルール(61)を選択するステップと、

(c) 少なくとも1つの分類結果及び少なくとも1つの信頼値(61)を有する複数ステージの分類を実行するステップと、

(d) 少なくとも1つの信頼値をチェックして(64、70)、信頼値が高い場合に、分類結果を定める(68、70)とともにその分類結果(68、70)を複数ステージの分類ルール選択ステップ(84)に与えるステップと、

(e) 少なくとも1つの信頼値が高くない場合に、分類結果を疑って(72)、潜在的欠陥を新規欠陥検出モジュール(76)に送るステップと、

(f) 新規欠陥検出ステップを実行して、アーティファクト又は潜在的な新しい欠陥のタイプを定めて真偽問合せ(80)のための情報を与えるステップと、

(g) 真偽問合せ(80)を実行して、複数ステージの分類ルール選択(61)により使用するために分類ルールデータベース(86)を更新するステップと、

をさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項4】 (a) 潜在的新規欠陥(104)を与えるステップと、

(b) 潜在的新規欠陥のアーティファクト除外(90)を実行してアーティファクトデータベース(94)及び潜在的新規欠陥データベース(92)を発生す

るステップと、

(c) 潜在的新規欠陥(98)のクラスタリングを実行して欠陥クラスタ(100)及び他のオブジェクト(102)を与えると同時に、欠陥クラスタ(100)の真偽判断(96)を行って潜在的新規欠陥データベース(92)を更新するステップと、

をさらに含む請求項1に記載の方法。

【請求項5】 自動分類ルール発生を実行するステップは、

(a) 特徴スペース(106)を形成するように特徴が選択された真理ラベルを欠陥サンプルに与えるステップと、

(b) 欠陥知識データベースについてサンプル編集を実行して編集結果のセット(108)を発生するステップと、

(c) 編集結果セットについてサンプル圧縮を実行して冗長サンプルを除去するステップと、

(d) 特徴スペースについて適合学習を実行して新しいプロトタイプ(112、114)を識別するステップと、

(e) 新しい分類ルール(116)を有する新しいプロトタイプのために高い及び低い信頼値スレッシュホールドを発生するステップと、

から成る請求項2に記載の方法。

【請求項6】 真偽問合せを実行するステップは、さらに、

(a) 欠陥クラスタについて編集及び圧縮を実行して欠陥のサブセットを選択するステップと、

(b) 類似点検出ステップ(124)を実行して既知の欠陥を未知の欠陥と比較するステップと、

を含む請求項2に記載の方法。

【請求項7】 欠陥知識データベースは複数の製品から成り、各製品は1つの処理層を有し、各処理層は複数の欠陥タイプを有し、各欠陥タイプは複数のルールを有し、各ルールは1つのプロトタイプを有する請求項2に記載の方法。

【請求項8】 欠陥は、半導体ウェハ欠陥である請求項1に記載の方法。

【請求項9】 欠陥は、液晶ディスプレイ欠陥である請求項1に記載の方法

【請求項10】 インクリメンタル並行学習のための方法において、

- (a) 潜在的欠陥(60)と製造情報(63)を提供するステップと、
- (b) 異なる処理サイクルを持つ多数の製品からの欠陥知識データベース(86)から一次分類ルール及び二次分類ルール選択(84)を提供するステップと、
- (c) 前記一次分類ルール及び二次分類ルール選択ステップによって使用するために分類ルールデータベースをアップデートするように真偽の問合せを成すステップ(82)と、
- (d) 分類出力を有する一次欠陥分類を成すステップ(62)と、
- (e) 二次欠陥分類を成すかどうかを決定するように分類の信頼性をチェックするステップ(64)と、
- (f) 二次欠陥分類の信頼性をチェックして(70)、該二次欠陥分類の信頼性が高い場合にはその分類結果を規定し且つ該分類結果を前記一次分類ルール及び二次分類ルール選択ステップに提供するステップ(74)と、
- (g) 前記二次欠陥分類の信頼性が高くない場合、前記分類結果に質問して(72)潜在的欠陥を新規の欠陥検出ステップに送るステップ(76)と、
- (h) 前記真偽の問合せのための情報を提供する(80)ため、アーティファクト又は潜在的新欠陥タイプを規定する(78)ように前記新規欠陥検出ステップ(76)を成すステップと

から成ることを特徴とする前記方法。

【請求項11】 請求項10に記載の方法において、前記新規検出ステップ(76)は、

- (a) 潜在的で新規な欠陥を提供するステップ(104)と、
- (b) 潜在的新規欠陥のアーティファクト除去を行い、アーティファクトデータベース(94)と潜在的新規欠陥データベース(92)を生成するステップと、
- (c) 欠陥クラスタ(100)及び該欠陥クラスタの真偽の決定を提供する(96)、他のオブジェクト(102)を提供するように、潜在的新規欠陥データ

ベースのクラスタ化を行うステップ(98)とから成ることを特徴とする方法。

【請求項12】 請求項10に記載の方法において、自動分類ルール生成ステップが、

- (a) 特徴が選択されている真偽のラベルを持つ欠陥サンプルを提供するステップ(106)と、
- (b) サンプルを前記欠陥知識データベース上で編集するステップ(108)と、
- (c) 前記サンプル編集の出力の圧縮を行うステップ(110)と、
- (d) プロトタイプのイニシャライズのために、適応学習ステップを行うステップ(112)と、
- (e) 適応学習を行うステップ(114)と、
- (f) 生成されるべき分類ルールについて高い信頼性スレッシュホールド及び低い信頼性スレッシュホールドを生成するステップ(116)とから成ることを特徴とする方法。

【請求項13】 請求項10に記載の方法において、真偽の問合せを成す前記は、

- (a) 欠陥クラスタを編集して圧縮するステップ(112)と、
- (b) 既知の欠陥を未知の欠陥を示すものと比較するように、類似性検出ステップを行うステップ(124)とから成ることを特徴とする方法。

【請求項14】 請求項10に記載の方法において、前記欠陥知識データベースは複数の製品を包含し、各製品は、複数の欠陥タイプを持つ処理層を有し、各欠陥タイプは複数のルールを有し、各ルールはプロトタイプを有する(図7)ことを特徴とする方法。

【請求項15】 請求項10に記載の方法において、前記欠陥は、半導体ウエーハの欠陥であることを特徴とする方法。

【請求項16】 請求項10に記載の方法において、前記欠陥は、液晶ディスプレイの欠陥であることを特徴とする方法。

【請求項17】

- (a) 潜在的欠陥(60)と製造情報(63)を与え、
- (b) 異なるプロセスサイクル(86)を有する複数製品からの欠陥知識データベースから多重分類ルール選択(61)を提供し、
- (c) 真偽の問い合わせ(80)を実行して前記多重分類ルール選択(82)による使用のための分類ルールデータを更新し、
- (d) 少なくとも1つの分類出力と、少なくとも1つの信頼度結果(61)を有する多重ステージ分類を実行し、
- (e) 前記少なくとも1つの信頼度(64、70)をチェックして、もし、前記少なくとも1つの分類の信頼度が高い場合には、分類結果(68、70)を定義して、該分類結果(68、70)を前記多重分類ルール選択ステップ(84)に提供し、
- (f) もし、前記少なくとも1つの信頼度が高くない場合には、前記分類結果に問い合わせを行い、前記潜在的欠陥を前記新規欠陥検出モジュール(76)に送り、そして、
- (g) 新規欠陥検出ステップを実行して、アーティファクト(78)または、潜在的な新規欠陥タイプを定義しての前記機能ユニットを制御する制御システムとを有し、真偽質問(80)のための情報を提供するステップとを有することを特徴とする増加的同时学習方法。

【請求項18】 前記新規検出ステップ(76)が、

- (a) 潜在的な新規欠陥(104)を与え、
- (b) 潜在的な新規欠陥のアーティファクト拒絶(90)を実行してアーティファクトデータベース(94)と潜在的な新規欠陥データベース(92)を発生し、
- (c) 潜在的な新規欠陥データベース(98)のクラスタリングを実行してクラスタ(100)の使用と他のオブジェクト(102)を与えて、前記欠陥クラスタ(100)の真偽判定(96)を与えて、前記潜在的な新規欠陥データベース(92)を更新することを含む請求項17に記載の方法。

【請求項19】 前記自動分類ルール発生が

- (a) 特徴が選択された(106)真理ラベルを有する欠陥サンプルを与え、

- (b) 欠陥知識データベース(108)に関してサンプル編集を実行し、
- (c) 該サンプル編集の出力の圧縮を実行し、
- (d) 初期化プロトタイプ(112)用の適合学習ステップを実行し、
- (e) LVQ方法(114)を伴う適合学習を実行し、
- (f) 発生すべきルールのための高低信頼度スレッシュホールドを発生することを特徴とする請求項17に記載の方法。

【請求項20】 真偽の問い合わせを実行するステップがさらに、

- (a) 欠陥クラスタ(120)を編集し、圧縮し、
- (b) 類似性検出ステップ(124)を実行して既知の欠陥と代表的な未知の欠陥とを比較するステップとをさらに有することを特徴とする請求項17に記載の方法。

【請求項21】 前記欠陥知識データベースが複数の製品を含んでおり、各製品は、プロセスレヤーを有しており、各プロセスレヤーは複数の欠陥タイプを有しており、各欠陥タイプは複数のルールを有しており、各ルールは1つのプロトタイプを有していることを特徴とする請求項17に記載の方法。

【請求項22】 前記欠陥が半導体ウエハ欠陥であることを特徴とする請求項17に記載の方法。

【請求項23】 前記欠陥が液晶ディスプレイ欠陥であることを特徴とする請求項17に記載の方法。

【請求項24】

- (a) 潜在的欠陥(60)と製造情報(63)を与え、
- (b) 異なるプロセスサイクルを有する複数製品からの欠陥知識データベース(86)から分類ルール選択(84)を与え、
- (c) 真偽の問い合わせ(80)を実行して、前記分類ルール選択(61)による使用のための分類ルールデータベース(86)を更新し、
- (d) 少なくとも1つの分類出力と少なくとも1つの信頼度出力(62)とを有する単一のステージ分類を実行し、
- (e) 前記少なくとも1つの信頼度(64)をチェックし、もし該少なくとも1つの分類の信頼度が高い場合には(68)、その分類結果を定義し、その分類結

果を分類ルール選択ステップ(84)に与え、

(f) もし前記少なくとも1つの信頼度が高くない場合には、前記分類結果(72)に質問をし、前記潜在的欠陥を前記新規欠陥検出モジュール(76)に送り、そして、

(g) 新規欠陥検出ステップを実行してアーティファクト(78)または潜在的な新規欠陥タイプを定義して、真偽問い合わせ(80)の情報を提供するステップとを有することを特徴とする増加的同时学習方法。

【請求項25】 前記新規検出ステップが

(a) 潜在的な新規欠陥(104)を与え

(b) 潜在的な新規欠陥のアーティファクト拒絶(90)を実行し、アーティファクトデータベース(94)と、潜在的な新規欠陥データベース(92)を発生させ

及び、

(c) 潜在的な新規欠陥データベース(98)のクラスタリングを実行してク7クラスタの使用と他のオブジェクト(102)の使用を提供して、前記欠陥クラスタの真偽判定を与え、前記潜在的な新規欠陥データベース(92)を更新することを含む請求項24に記載の方法。

【請求項26】 前記自動分類ルール発生が

(a) 特徴が選択される(106)真理ラベルを有する欠陥サンプルを与え、

(b) 前記欠陥知識データベース(108)のサンプル編集を実行し、

(c) 前記サンプル編集の出力の圧縮を実行し、

(d) 初期化プロトタイプ(112)用の適合学習ステップを実行し、

(e) LVQ方法(114)を伴う適合学習を実行し、

(f) 発生すべきルールのための高低信頼度スレッシュホールドを発生することを特徴とする請求項24に記載の方法。

【請求項27】 真偽の問い合わせを実行するステップがさらに、

(a) 欠陥クラスタ(120)を編集し、圧縮し、

(b) 類似性検出ステップ(124)を実行して既知の欠陥と代表的な未知の欠陥とを比較するステップとをさらに有することを特徴とする請求項24に記載の

方法。

【請求項28】 前記欠陥知識データベースが複数の製品を含んでおり、各製品は、プロセスレヤーを有しており、各プロセスレヤーは複数の欠陥タイプを有しており、各欠陥タイプは複数のルールを有しており、各ルールは1つのプロトタイプを有していることを特徴とする請求項24に記載の方法。

【請求項29】 前記欠陥が半導体ウエハ欠陥であることを特徴とする請求項24に記載の方法。

【請求項30】 前記欠陥が液晶ディスプレイ欠陥であることを特徴とする請求項24に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

技術分野

本発明は半導体ウェハの欠陥と液晶ディスプレイの欠陥の分類方法及び装置に関し特に自動半導体ウェハ欠陥分類システムに対する増加的同时学習方法及び装置に関する。

【0002】

発明の背景

半導体ウェハ及び液晶ディスプレイについての潜在的異常を迅速に突き止めかつ検出するために、複雑かつ極めて高価な自動化システムが使用されている。しかし、これらの異常が実際に欠陥であるかどうかを検出し、もし、そうである場合には、これらの正確な位置を把握し、パッケージの際の型の性能に影響を評価しこれらの原因を診断するには依然としてマニュアルの分類が必要となる。これらの時間のかかる極めて遅く一貫性を欠く。結果はオペレータの可能な時間、知識、トレーニング度、能力及び疲れによって変わる。調査によれば、平均的な専門家は視覚的な分類の62%のみに一致しているに過ぎない。彼らの分類についての専門家の一致は著しくオーバータイムを減少させており、ひと月の終わりに分類の一致は50%よりも下回る。これらの問題は広く分散タスク環境に監視されており、人間の記憶と認識の限界性と関連を有する。ミクロン以下の半導体製造プロセス及び液晶ディスプレイ製造プロセスの一貫した品質制御を確保するために、原因の判定に直接関係する自動化した欠陥分類、が必要となっている。

【0003】

マクロ及びミクロ欠陥の形態には、グレースポット、グレーストリーム、グレースポット及びパーティクル、多層構造、ラインブレイク、サブサーフェスライン、スクラッチ、ヒルロック、グラス、ウォームホール、スターバースト、スピードボート、オレンジヒール、レジストゲル欠陥、制御コラプスチップコネクション(C)、ミクロブリッジ、サブミクロン、ミクロン、ミクロン球、U、パターン、コンタミネーション、ブルトルージョン、ブレイク、イントルージョン、

ニュイサンス、マスク関連（ショート）、ヘイズ、ミクロコンタミネーション、クリスタリン（スタッキングフォルト）、スポット、ブレイク、レティクル、はーど欠陥（ピンホール、ピンドット、エクストルージョン）、セミトランスペアレント（レジスト、残留物、スィンクロム）、レジストレーション（オーバーサイズド、アンダーサイズド、ミクロケータッド）、コーナー、エキストラメタル、メタルミッシング及びオープン（パターン ミスィング）がある。

【0004】

半導体欠陥の発生動的な性質のために、全ての可能な欠陥をカバーする欠陥分類すなわち記述を前もって行うことは不可能であり、かつ効率的でない。それぞれのアプリケーションに必要な高度なカスタマイズは別の範囲のものを固有の困難性に付加することとなる。自動化欠陥分類システムは基準例からの欠陥を付加し除去し、かつ、製造環境及び変更要請としていつでも分類の基準を変更し、改善することができるものでなければならない。さらに、方法が発展するのに応じてあるいは新たな設備が導入されるに従って新たな欠陥分類が発生する可能性がある。自動欠陥分類システムは新たな分類を学習することができるものでなければならない。

【0005】

オペレータを経済的に訓練してエキスパートシステムルールを含む知識の基本を作り、編集することはできないから、そのシステムは有効に、直接かつ自動的に例として選択された欠陥のイメージからそのようなルールをにゅうしゅできるものでなければならない。以前の及び関係する、そのイメージを含む欠陥の情報は欠陥の診断にかかわる技術者及びこれらの原因を処理する手段をとる者に容易に入手可能でなければならない。欠陥の各分類に対して入手可能な欠陥の例の数は極めて少ない。従って、欠陥の分類と診断システムは各欠陥の種類について三つ程度の例を有する程度の高いレベルの正確性を達成でき、かつ、迅速で容易に修正することができなければならない。

【0006】

発明の概要

本発明は自動半導体ウェハ欠陥及びLCD分類環境において高度な強い欠陥分

類に対する分類ルールの自動更新を許容する増加的同时学習方法及び装置を開示する。本発明は自動欠陥分類能力を提供するものであるだけでなく、製品のデザイン及びプロセスサイクルの変更を処理するシステムの更新を許容する。システムは少数の欠陥例を有する新たな欠陥の形態に対応できる。さらに、システムは疑問のあるオブジェクトに対する分類を強制しないことによって人間との相互作用を許容するとともに、自動的に欠陥例を作りそれらを人間の承認及び真のラベルづけのために既知の形態にかかる類似の欠陥とともに人間オペレーターに表示する。欠陥分類結果は、異なる製品に対するプロフィール、品質制御評価及び生産管理のためのプロセスサイクルにコード化することができる。

【0007】

本発明は潜在的欠陥と製造情報を提供し、多数の製品からの欠陥知識データベースからの分類ルールの選択を異なるプロセスサイクルに提供し、該分類ルール選択により使用のための分類ルールデータベースを更新するための真の問いかけを実行し、少なくとも1つの分類出力及び少なくともひとつの信頼度結果を有する単一段階分類を行い、前記1つの信頼度をチェックし、前記少なくとも1つの分類の信頼度が高い場合には、該分類結果を定義し、該分類結果を前記分類ルール選択段階に提供し、そして前記少なくとも1つの信頼度が低い場合には分類結果に問いかけをし潜在的欠陥を新規欠陥検出モジュールに送り、新規欠陥検出を実行して製品構造あるいは潜在的な新規欠陥の形態前記真の問いかけに情報這うを提供する、段階を有する増加的同时学習方法を提供する。

【0008】

さらに、本発明は新規な検出段階が潜在的新規欠陥を提供し、潜在的新規欠陥の製品拒絶を実行し、製品データベースを及び潜在的新規欠陥データベースを発生し、潜在的新規欠陥データベースのクラスタリングを実行してクラスター及び欠陥クラスターの真の判定結果を提供する他のオブジェクトの使用を提供し、潜在的新規欠陥データベースを更新することを含んでいる。

さらに、本発明は、特性が選択された場合には欠陥サンプルに実際のラベルを与えること欠陥データベースでサンプル編集を実行し、そのサンプルの出力の凝縮を実行することを含む自動分類ルール発生を実行する。

本発明はプロトタイプの初期化のための適合性学習を実行し、LVQ方法を有する適合性学習を実行し、発生すべきルールに対する高低信頼度スレッシュホールドを発生する。

【0009】

本発明はさらに真偽問い合わせを実行し、さらに、欠陥クラスターを編集し凝縮し類似性検出工程を実行して既知の欠陥と代表的未知の欠陥とを比較する。

本発明はさらに複数の製品を含む欠陥知識データベースを提供しており、この場合各製品は1つの処理レヤーを有しており、各処理レヤーは複数の欠陥欠陥タイプを有しており、各欠陥タイプ複数のルールを有しており、各ルールはプロトタイプを有している。

【0010】

本発明は半導体ウェハあるいは液晶ディスプレイの欠陥を検出する。

本発明の他の目的、特徴及び利点は好ましい実施例の記述、特許請求の範囲及び同様の番号が同様の要素に参照されている図面から当業者には明瞭となるであろう。

発明の詳細な説明

本発明の装置と方法を示す図1を参照する。自動半導体及び液晶ディスプレイ欠陥分類における増加的同時学習装置はウェハストレージ及びロードモジュール18及びウェハストレージ及びアンロードモジュール20を備えており、これらの双方は1つのモジュールに結合することができるものであるが、ウェハ15を自動化ステージ16に対して及びこれから移送することができるものである。自動化ステージ16はウェハ15を走査のため、顕微鏡のもとに移動させる。本発明はさらに光源14と検出装置12を備えており検査中のウェハ15のエリアの像を形成する。プロセスユニット22はホストコンピュータ21、多重コントローラ23、高速画像処理ユニット25及び電源27を有する。検出装置はコネクション19を介して生画像24を処理ユニット22に送る。処理ユニット22はウェハ15の走査を制御し自動検索のための画像分解及び合成を実行する。高速画像処理ユニット25はソフトウェアで分解及び合成方法を実行することによって情報抽出プロセスを促進するように動作する。この方法は生画像データ24を

部分情報チャンネルに分解し、各情報チャンネルはその情報の一定の特徴、様式を反映している。それゆえ、部分情報は、独立してあるいは協働して処理することができ合成されて原画像を復元画像24Aとして復元する、あるいは改良画像を構築する。この方法で有用な情報を保持し、関係の無い情報を効果的に拒絶することができる。

【0011】

図2を参照すれば、自動ウェハ欠陥分類システム10のトレーニング及びアプリケーションフェーズが示されている。トレーニングフェーズにおいては、真ラベル40を有する欠陥画像が文脈感応セグメント化ステップ42に入力される。文脈感応セグメント化ステップ42の出力は抽出ステップ44に入力される。このステップではセグメント化画像から一連の理解可能な特徴が抽出される。抽出ステップ44出力は自動特徴選択及び変換ステップ46に入力される。このステップでは、アプリケーションフェーズに使用されるアプリケーション特徴セット60を与える。自動特徴選択及び変換ステップ46は入力を自動分類ルール発生ステップ48に与える。自動分類ルール発生ステップ48の後初期分類ルール62がアプリケーションフェーズに送られる。アプリケーションフェーズにおいては、潜在的欠陥50が文脈感応セグメント化ステップ52に与えられる。コンテキスト感応セグメント化の出力はセグメント化画像である。そのセグメント化画像と欠陥画像が特徴抽出ステップ54に与えられる。特徴抽出ステップはアプリケーション特徴ステップ16をとり、ステップ56で後の分類の情報を与える。特徴分類ステップ56の出力は欠陥分類58である。

【0012】

動作において、自動ウェハ欠陥分類システムの欠陥分類システムはトレーニングフェーズ及びアプリケーションフェーズを実行する。トレーニングでは知識が欠陥画像40から直接得られる。真ラベルを持つ欠陥画像の十分な例がシステムによって処理される。欠陥オブジェクト40はまずセグメント化42され、理解可能特徴がそのセグメント化オブジェクトの画像から抽出44される。オブジェクト真ラベルを有する抽出特徴は後の更なる解析のための重要特徴セット60を選択するのに使用される。重要特徴セット60を用いて、新たな特徴が特徴変換

方法によって発生される。選択され、変換された特徴に基づき、分類ルールが欠陥分類のために自動的に発生48される。

【0013】

図9を参照すれば、本発明の変換された特徴を発生するためのは及び方法が示されている。

この方法は潜在的特徴を与えることによってスタートする。ステップ212で、統計的特徴選択が行われる。本発明の1の実施例においては、段階的識別方法が共変化の解析からF-テスト統計の意味を評価することによって特徴選択を行うのに使用される。統計的特徴選択の出力は重要特性セット214である。この重要特性セット214はステップ224において、その後四つの方法によって評価のために潜在的特徴を発生するのに使用される。

特徴評価プロセス224は受信動作カーブのもとでエリアを計算することによって変換方法から変換特徴の影響を評価する。エリアが大きくなるほど、変換特徴の影響は大きくなる。そのプロセスの出力は選択された変換特徴のリストである。

【0014】

最初の方法は多層認識216 (MLP) である。MLPはネットワークウェイトを学習する非管理バック伝播方法を使用するANNの1つのタイプである。選択された特徴及び真ラベルを有する欠陥サンプルを与えて、バック伝播学習方法がネットワークウェイトを判断するのに使用される。これらの学習されたウェイトは非線形公式を定義し、特徴セットを変換特徴に変換する。変換特徴の数は通常もとの特徴よりも極めて少ない。第二の方法はデータ処理GMDHのグループ方法である。GMDHは特徴の組あるいは入力として誘導特徴を用いて線形あるいは非線形帰還モールドの帰納的発生を使用して入力特徴によって複雑な出力（変換特徴）をモデル化する方法である。

【0015】

第三の方法は、ルールに基づく変換方法220である。第四の方法は統計的線形投影222である。この方法はC-クラス欠陥データに関する多数識別解析を計算する。この方法はC-1識別機能にかかわるフィッシャーの線形識別の一

般化である。フィッシャーの線形識別は特徴投影のための周知の統計手法である。アプリケーションフェーズにおいては、潜在的欠陥50はその画像から自動的にセグメント化52される。オブジェクトの特徴が抽出54され分類ルールが適用されて潜在的欠陥を構造形態あるいは異なる欠陥形態58に分類する。もし明確な結果がなかった場合には、このシステムは疑わしき結果ラベルを与えて、手動解析が必要であることを人間のオペレータに知らせる。

【0016】

本発明の好ましい実施例においては、米国特許第5,528,703号の“データ処理技術を用いたオブジェクト特定方法”に開示されたオブジェクトセグメント化方法をステップ42及び52で使用されているようなオブジェクトセグメント化に使用することができる。理解可能特徴セット60は、大きさ、形状、生地、コントラスト、色、等の単一の特徴、接続、近隣、接触、内部、外部、等の対の特徴及びより高いレベルの関係を有する多重の特徴を包含する。

1つの実施例では、特徴選択方法46は段階的識別解析のような方法を有する。段階的識別解析は公知の方法の分類のための最高の識別力を有する特徴を選択するのに使用することができる。1つの実施例では、特徴変換ステップ46はなにかんづくデータ処理のグループ化方法のような統計的特徴抽出方法によって達成される。変換された特徴とともに選択された特徴は欠陥クラシファイアをトレーニングするのに使用される。分類と帰還ツリー(CART)が自動的に発生させられクラシファイアのための基礎として使用することができる。トレーニング及び増加的学习のための欠陥形態に対し、サンプル数は極めて少ないので、この能力は、このアプリケーションに必要である。k-ニアレスト・ネイバールール(k-NN)あるいはその誘導体のような、他の分類方法を所望の機能をよりよく提供するために使用することができる。

【0017】

メモリ及び計算能力が、例えば、過去の10年間で指数関数的に、増大するのに応じて、もし同じ成長ペースが次の10年間に期待できるとすれば、メモリと計算要求に対して極めて柔軟なk-ニアレスト・ネイバールール(k-NN)のような非パラメータ管理分類ルールが半導体欠陥分類に対して有効となる。

しかし、 k -NNの集中を確実にするための大掛かりなトレーニングセットが必要となることは実際上の問題のニアレスト・ネイバールールの主な欠点である。

さらに、非パラメータ的に監視された分類ルールは、誤ってラベルされたトレーニングサンプル、すなわち「雑音」サンプルあるいはアウトライアによって、負の影響を受け得る。本発明の好ましい態様においては、編集-圧縮法及び適応学習法により、 K -NNルールを強化する。

【0018】

編集-圧縮法は、重なり合った許容表面に配置されたサンプルを除去することにより分類の正確さを向上させ（編集法）、また最近傍を見つけ出すのに必要とされる計算の労力を低減させる（圧縮法）。トレーニングセットを編集し圧縮した後、適応学習法を使用してもよい。適応学習法は、トレーニングサンプルを用いて、プロトタイプと呼ばれる一組のトレーニング例を調整する。適応学習は、連続した2つの段階、すなわち初期化段階及び学習段階で行なわれる。プロトタイプセットは、当初はトレーニングセットのサブセットであり、プロトタイプの値はインタラクティブ学習プロセスにより更新される。2種類の異なるアプローチを用いてよい。その第1は、学習ベクトル量子化（LVQ）の使用に基づくものであり、その変形であって第2のものは、決定表面マッピング法（DSM）である。

【0019】

LVQ学習では、表示空間におけるプロトタイプの配置により、更新されたプロトタイプの数を使用して、潜在する確率分布密度を概算する。ここで、更新は、トレーニングの間にアメとムチの基準を用いて行なわれる。一の態様においては、適応学習法の変形が、使用した最近傍基準に基づいて当初のプロトタイプセット中のプロトタイプの数を追加しあるいは削減することにより、プロトタイプの変数を学習する。

DSMは、決定境界を概算するプロトタイプを、表示表面中に配置する。LVQ及びDSMのいずれにおいても、1-NNクラシファイヤを、リファレンスセットとしてのプロトタイプセットとともに使用する。

他の態様においては、決定ツリー法に基づく非パラメータ的自動ルールジェネレータを使用して、分類ルールを発生させる。

【0020】

ここで、特徴空間中の一つの例に適用される本発明の学習ベクトル量子化法を示すFig. 8を参照する。2つの特徴、すなわち特徴f1 205及び特徴f2 206が示されている。2種類の既知のオブジェクト、すなわちオブジェクトx 202及びオブジェクトo 203及び潜在的に新規なオブジェクト204も示されている。Fig. 8は、オブジェクトx 202あるいはオブジェクトo 203のいずれについての基準にも合致しない、潜在的に新規なオブジェクト204のクラスタ207が、新規なオブジェクトタイプとしてグループ化され得ることを示している。異なる処理サイクル及び異なるプロダクトの欠陥について、異なるトレーニングセットを生成させる。編集及びLVQ法を異なるトレーニングセットの各々に適用して、異なるクラシファイヤのプロトタイプセットを生成させる。

【0021】

プロトタイプセットをあるクラシファイヤについて生成させた後、元のトレーニングセットをそのクラシファイヤに再適用し、各トレーニングサンプルとその同じ欠陥タイプの最近傍プロトタイプとの差を記録する。差の値の分布を用いて、クラシファイヤの各欠陥タイプについて、高信頼度しきい値と低信頼度しきい値を生成させる。最近傍プロトタイプとの特徴の差が高信頼度しきい値よりも小さいオブジェクトはいずれも、信頼度について、その最近傍プロトタイプと同じタイプの欠陥として分類してよい。最近傍プロトタイプとの特徴の差が低信頼度しきい値よりも大きいオブジェクトはいずれも、信頼度について、その最近傍プロトタイプと同じタイプの欠陥として分類することができない。これが未知のオブジェクト204の場合である。

【0022】

Fig. 3は、漸進的な一致学習を制御するための構成情報を使用することにより、潜在的な欠陥を処理するための本発明の方法を示している。潜在的な欠陥60は、欠陥分類サブシステム61に供給される。この欠陥分類サブシステム6

1は、単一のクラシファイヤあるいは多段階のクラシファイヤを有する。一の態様においては、多段階のクラシファイヤは2個のクラシファイヤ、すなわち第1のクラシファイヤ62及び第2のクラシファイヤ66を有する。他の態様においては、単一のクラシファイヤ61は第1のクラシファイヤ62を有する。第1の欠陥分類ステップ62は、ステップ64において、第1の欠陥分類ステップ62が高い信頼性を有する出力を供給したか否かの決定を行なう。出力が高い信頼性を有する場合、分類は限定的な分類出力68を決定する。この限定的な分類出力68を、周期的なサンプリング及び見直しのためのステップ89に供給してもよい。

【0023】

第1の欠陥分類ステップ64において高い信頼性がない場合、プロセスはステップ66へ流れ、ステップ66において第2の欠陥分類を決定する。プロセスは次いで、第2の欠陥分類が高い信頼性を有するか否かの決定を、ステップ70において行なう。第2の欠陥分類が高い信頼性を有する場合、プロセスはステップ74へ流れ、限定的な分類結果を決定する。この限定的な分類出力68を、周期的なサンプリング及び見直しのためのステップ89に供給してもよい。ステップ89において、該方法は、Fig. 10A及び10Bにさらに詳細に示されているように、ルールの確定あるいは更新のための周期的なサンプリング及び見直しを行なう。ステップ89からのルールの確定あるいは更新を、欠陥知識データベース86へ、あるいは第1の分類ルール及び第2の分類ルール選択への入力として供給してもよい。

【0024】

信頼度がステップ70において高くない場合、プロセスはステップ72へ流れ、疑わしい分類結果を調和させる。プロセスは次いでステップ76へ流れ、新規な欠陥の検出を行なう。結果78において、アーチファクト分類結果は、新規な欠陥の検出ステップ76により決定される。新規な欠陥の検出ステップ76の結果はまた、潜在的な新規の欠陥タイプを供給する真偽の問合せステップ80に供給される。ステップ70において、分類についての信頼度が高かった場合、分類結果はステップ84へ供給され、そこでは構成情報入力も受け取る。第1の分類

ルール及び第2の分類ルールの選択ステップ84は、第1の分類及び第2の分類のルールを、第1の欠陥分類ステップ62に供給する。ステップ88において、人間に対して潜在的な新規の欠陥タイプの真偽についての質問がなされる。潜在的な新規の欠陥タイプが確かに真の新規な欠陥タイプである場合、真の欠陥タイプ及び欠陥知識データベース中の分類ルールがステップ82において更新される。分類ルール更新82において、ステップ84で選択された第1の分類ルール及び第2の分類ルールは、後の分類のため、新規な欠陥タイプのルールを含むように更新される。欠陥知識データベース86は、ステップ82における分類ルールの更新の出力を受け取り、更新される。

【0025】

動作において、増加的同时学習モジュールは、製造情報システムからの入力を取得しかつ現行製品及び処理サイクルに基づきデータベースから一次分類モジュール及び二次分類モジュールを選択する。製造情報は、以下のものを含みうる：計算機援用設計又はCADファイル、ウェハ電気試験結果、欠陥の履歴、ウェハの前の層上の欠陥、ロット全体又は生産運転に対する欠陥のパターン、処理モデル及び履歴、またはウェハ処理履歴、その他。規則選択は、簡単な指標付けスキームまたはより複雑なエキスパートシステム規則ベースアプローチによって実行されうる。選択の結果は、一次欠陥分類モジュール及び二次欠陥分類選択モジュール84を決定する。

【0026】

潜在的欠陥60は、一次分類モジュール62によってまず分類される。結果として得られた分類信頼性が高い場合には、確定分類結果を決定することができ68かつこのオブジェクトに対する分類処理は、この時点で終了しかつシステムは、次の欠陥の準備をする。分類信頼性が低い場合には、オブジェクトは、二次分類モジュール66によって分類される。結果として得られた分類信頼性が高い場合には、ステップ74で確定分類結果を決定することができる。分類処理は、終了しかつシステムは、次の欠陥の準備をする。分類信頼性が低い場合には、オブジェクトは、新しい欠陥の形を表しうるしかつオブジェクトは、新規検出モジュール76によって処理される。新規検出モジュール76は、人工産物（アーティフィ

アクト)としてオブジェクトを拒否しまたはオブジェクトを疑問視かつ更なる新規検出処理を起動しうる。十分な数の潜在的な新しい欠陥がデータベースに累積された後、新規検出モジュール76は、一群の類似する潜在的欠陥を識別することを試みる。事実(真偽)照会80は、欠陥クラスタに供給される。事実(真偽)が決定された後、欠陥知識データベース86及び分類規則82は、人間のエキスパートによって供給される事実(真偽)ラベルを有する新しいオブジェクトを用いて更新される。本発明の一実施例では、欠陥分類結果は、異なる製品に対するプロファイル、品質制御評価及び歩留まり管理に対する処理サイクルに符号化することができる。ステップ89は、周期的規則確認又は更新に対する欠陥形サンプリング及び見直し処理である。このモジュールは、分類サブシステムからの欠陥分類結果をサンプリングしかつ見直す。

【0027】

周期的サンプリング及び分類規則確認又は更新のための本発明の方法の一実施例を示す図10A及び10Bをここで参照する。本発明の方法は、複数の欠陥形302、304、306を有している特徴 f_1 及び f_2 によりグラフ300を決定する。欠陥形306は、欠陥形304で最初に分類されうる。ランダムサンプリング見直し処理は、欠陥オブジェクト36が新しい形の欠陥を表すということを続いて検出する。方法は、分類更新に対して欠陥オブジェクト304及び306を選択するためにクラスタリング方法を選択する。図9に関して更に詳細に説明した特徴選択及び変換方法を用いて、方法は、新しい特徴セット、 f_3 及び f_4 を決定する。次いで、方法は、欠陥形304、308を識別するために新しい特徴セットでグラフ310を決定する。次いで、方法は、データベースの規則を更新する。新しい特徴セットは、データベース内の特徴空間領域に追加される。

【0028】

一次分類に対する方法は、二次分類に対する方法に類似するが、規則の異なるセット及び異なる欠陥特徴を用いる。入力として製造情報、即ち、どの製品、どの層/処理、を与えることにより、一次及び二次分類に対する規則の関連セットは、分類の準備のためにデータベースから検索される。選択した規則のセットにより、欠陥特徴計算モジュールの関連セットは、一次又は二次欠陥分類モジュール

で可能になる。

一例の実施例において、各潜在的欠陥画像がモジュールに入力され、欠陥の大きさ、形状、コントラスト、色彩情報、連結、付加物、相対位置（内／外）周辺欠陥、等のような、分類に対して必要な特徴が計算される。特徴が計算された後、LVD、K-NNのような分類方法が適用される。本発明は、欠陥特徴と全てのプロトタイプとの間の特徴距離を計算し、最も近いプロトタイプの形及び信頼が得られる。プロトタイプは、特徴空間に関する特定の規則として考えることができる。

【0029】

欠陥ルールの認識データベースの1例は、入力が、製品名、レイヤ／処理、欠陥タイプ（`feature_name1, value`）・・・`feature_nameN, value`）である。

今、図4を参照すると、図4は本発明の処理フロー図を示し、新規な検出段階を実行する。潜在的に新規な欠陥104が供給され、アーチファクト94が潜在的に新規な検出データベース92から除外されるようになっている。潜在的に新規な欠陥データベース92は、1実施例では、検出した潜在的に新規な欠陥の見本のセットを蓄積する高速アクセスデータベースであり、それぞれは機能名その製品、レイヤ／処理のために計算された値を含む1セットのデータを有している。他のデータベースタイプがまた使用されてもよい。アーチファクト除外段階90は潜在的に新規な欠陥データベース92を更新する。潜在的に新規な欠陥データベース92はまた真偽照会段階96からの人による決定入力をも有している。人による真偽決定段階96は欠陥クラスタ100をも受け取る。段階98では、潜在的に新規な欠陥データベース92はクラスタ化され、クラスタ化された方法は他のタイプのオブジェクト102を有する欠陥クラスタ100を供給する。更新するデータベースフェーズは潜在的に新規な欠陥データベース92から欠陥クラスタのオブジェクトを取り除く。分類の低いオブジェクトは新規な欠陥タイプの例を示すことができるだろう。オブジェクトはまた単にアーチファクトとすることもできるであろう。分類の低いすべてのオブジェクトは新規な検出モジュールにより処理される。モジュールは最初、アーチファクト除外段階を入力オ

プロジェクトに適用する。オブジェクトがアーチファクトであると決定された場合には、さらなる動作は要求されない。さもなければ、オブジェクトは潜在的に新規な欠陥データベース92を更新するために使用され、データベースの潜在的に新規な欠陥オブジェクトの類似性をクラスタ化された方法98により評価する。同様のオブジェクトの重要なクラスタが識別されることが出来る場合には、オブジェクト102はノイズまたは任意変化により引き起こされたアーチファクトになりそうであり、潜在的に新規な欠陥タイプは検出されない。これに反して、欠陥クラスタが同様の機能プロファイルを有する多数のオブジェクトを有して識別されることが出来る場合には、モジュールは潜在的に新規な欠陥タイプを発見する。この場合には、モジュールは人による真偽入力のための最も代表的なオブジェクトのサブセットを選択する。人による真偽決定96の後、モジュールは潜在的に新規な欠陥データベース92を更新し、公知の真偽を有するオブジェクトをデータベースから取り除く。

【0030】

アーチファクト除去の方法は欠陥タイプの分類に非常に類似している。本発明はx最隣接、x-NN方法により各製品、レイヤ／処理のため開発された1セットのアーチファクトの分類ルールを使用する。しかし、アーチファクト認識データベースに要求されたアーチファクトのタイプがない。

本発明の1実施例では、潜在的に新規な欠陥データベース92は多数のウェーハからの潜在的に新規な欠陥を蓄積し、異なる製品および評価のための処理サイクルに及ぶ。管理されていないクラスタ化の方法はデータベースから重要なクラスタを決定するために使用される。本発明の1実施例では、クラスタ化する段階98はisodataアルゴリズム、ファジーisodataアルゴリズム、およびk方式クラスタリングアルゴリズム、ファジーc方式クラスタリングを使用する。これらの方法は機能空間の距離測定規準に基いている。重要なクラスタだけが検出されることを確かめるため、所定の最小差のしきい値が要求され、オブジェクトにクラスタに含む権限を与え、クラスタが考慮される前にクラスタはオブジェクトの少なくとも所定数、例えば、10を含まなければならない。

【0031】

今、図5を参照すると、図5は本発明の真偽照会モジュールの処理フロー図を示している。欠陥クラスタ118が識別された後、真偽照会モジュールは編集圧縮方法を適用し、段階96での真偽照会のため人に示される代表のものとしてサブセットの欠陥を選択する。人による入力処理126を向上させるため、類似性の検出段階124で欠陥データベースの公知の欠陥123が選択された不知のオブジェクト121と比較され、不知のオブジェクトに最も類似している所定数の公知の欠陥が識別され、新規な欠陥のための人の真偽を取得する前に最初にそれらの公知の欠陥タイプを有する人128に示される。

人による入力126の後、新規な欠陥タイプが識別され、またはオブジェクトが公知の欠陥タイプから重要な偏りを示している場合には、情報は欠陥認識データベース122に入力され、分類ルールは編集圧縮および新規なまたは現存の欠陥分類のLVQ手順を使用して更新されるであろう。オブジェクトがアーチファクトであると決定された場合、図4のアーチファクト除外段階90は更新され、除外のため新規なアーチファクトを組込むであろう。

【0032】

今、図6を参照すると、図6は本発明の分類ルールの生成を示している。真理ラベルと機能選択を有する欠陥見本106は見本の編集段階108に供給される。その後、 k 最隣接、 k -NN、の編集段階は段階110で実行される。段階112では、適応学習が実行され、プロトタイプを初期化し、段階114で、適応学習はLVQ方法を使用する。段階116では、方法は高低の信頼しきい値を発生する。高い信頼しきい値は検査の感度および特異性の要求に基いて予め決定される。

本発明は製品、レイヤおよび処理により欠陥認識データベースを示し、分類のためのルールの近似セットを選択する。今、図7を参照すると、図7は本発明の欠陥認識データベースを示している。認識データベースは第1レベルで構築され、例えば、製品1、製品2から製品Nまでのように多数の製品を定義する。各製品は結合した処理レイヤを有し、各処理レイヤは欠陥タイプ1、欠陥タイプ2、および欠陥タイプNとして公知の多数の欠陥タイプを有し、各欠陥タイプは多数のルールを有し、各ルールは結合したプロトタイプを有している。2つの異なる

製品は一定のレイヤまたは処理情報を共有してもよい。同様に2つの異なるレイヤは同一の欠陥タイプの情報を共有してもよい。同一のプロトタイプは2つ以上の異なるプロトタイプにより共有されてもよい。

【0033】

以下の特許及び特許出願は、参照によって本明細書に組み入れられている。

1998年7月28日にNelson等に発行された、名称「Method For Identifying Normal Biomedical Specimens」の米国特許第5,787,188号。この特許は、放棄された米国特許出願第07/838,064号（1992年2月18日に出願）の継続出願である。

1996年6月18日にLeeに発行された、名称「Method For Identifying Objects Using Data Processing Techniques」の米国特許第5,528,703号。この特許は、放棄された米国特許出願第07/838,395号（1992年2月18日に出願）の継続出願である。

1994年5月24日にJohnston等に発行された、名称「Method And Apparatus For Rapidly Processing Data Sequences」の米国特許第5,315,700号。

1994年11月1日にHayenga等に発行された、名称「Method and Apparatus for Dynamic Correction of Microscopic Image Signals」の米国特許第5,361,140号。

【0034】

1994年9月7日にHayenga等に発行された、名称「Method and Apparatus for Rapid Capture of Focused Microscopic Images」の米国出願第08/302,355号。この出願は、放棄された米国特許出願第07/838,063号（1992年2月18日に出願）の一部継続出願である。

1998年5月26日にKuan等に発行された、名称「Field Pri

or itization Apparatus and Method」の米国特許第5, 757, 954号。

1997年9月12日にWilhelm等に発行された、名称「Apparatus for Automated Identification of Cell Groupings on a Biological Specimen」の係属中の米国特許出願第08/927, 379号。この出願は、放棄された米国特許出願第08/309, 061号（1994年9月20日に出願）の継続出願である。

1997年11月13日にMeyer等に発行された、名称「Apparatus for Automated Identification of Thick Cell Groupings on a Biological Specimen」の係属中の米国特許出願第08/969, 970号。この出願は、放棄された米国特許出願第08/309, 116号（1994年9月20日に出願）の継続出願である。

【0035】

1998年7月28日にLee等に発行された、名称「Biological Analysis System Self Calibration Apparatus」の米国特許第5, 787, 189号。この特許は、放棄された米国特許出願第08/309, 115号（1994年9月20日に出願）の継続出願である。

1996年7月11日にLee等に発行された、名称「Apparatus for Identification and Integration of Multiple Cell Patterns」の許可された米国特許出願第08/678, 124号。この出願は、放棄された米国特許出願第08/308, 992号（1994年9月20日に出願）の継続出願である。

1997年5月6日にLee等に発行された、名称「Method for Cytological System Dynamic Normalization」の米国特許第5, 627, 908号。

1997年6月10日にRosenlof等に発行された、名称「Metho

d and Apparatus for Detecting a Microscope Slide Coverslip」の米国特許第5, 638, 459号。

1996年10月15日にRosenlof等に発行された、名称「Apparatus for Detecting Bubbles in Coverslip Adhesive」の米国特許第5, 566, 249号。

1997年6月3日にLee等に発行された、名称「Cytological Slide Scoring Apparatus」の係属中の米国特許出願第08/867, 017号。この出願は、放棄された米国特許出願第08/309, 931号（1994年9月20日出願）の継続出願である。

【0036】

1994年9月20日出願され、特許証発行料金が支払われた、名称「Apparatus for the Identification of Free-Lying Cell」の、Lee等に許可された米国特許出願第08/309, 250号。

1998年4月14日にOh等に発行された、名称「A Method and Apparatus for Robust Biological Specimen Classification」の米国特許第5, 740, 269号。

1998年2月3日にWilhelm等に発行された、名称「Method and Apparatus for Detection of Unsuitable Conditions for Automated Cytology Scoring」の米国特許第5, 715, 327号。

1998年8月18日にNelson等に発行された、名称「Method for Testing Proficiency in Screening Images of Biological Slides」の米国特許第5, 797, 130号。

1997年12月23日にFleckに発行された、名称「Apparatus for Automated Urine Sediment Sampl

e Hndling」の米国特許第5, 699, 794号。

1995年6月7日にLee等に発行された、名称「Interactive Method and Apparatus for Sorting Biological Specimens」の係属中の米国特許出願第08/485, 182号。

【0037】

1997年7月8日にFrost等に発行された、名称「Automatic of Biomedical Specimens Apparatus」の米国特許第5, 647, 025号。

1997年10月14日にOrtyn等に発行された、名称「Apparatus for Illumination Stabilization and Homogenization」の米国特許第5, 677, 762号。この特許は、放棄された米国特許出願第08/309, 064号（1994年9月20日に出願）の継続出願である。

1996年8月27日にOrtyn等に発行された、名称「Biological Specimen Analysis System Processing Integrity Checking Apparatus」の係属中の米国特許出願第08/697, 480号。この出願は、放棄された米国特許出願第08/309, 249号（1994年9月20日に出願）の継続出願である。

1998年2月3日にOrtyn等に発行された、名称「Cytological System Illumination Integrity Checking Apparatus and Method」の米国特許第5, 715, 326号。

【0038】

オーチン等に1996年12月3日に付与された、「細胞組織像収集完全検査装置」と題する米国特許5, 581, 631、

オーチン等に1996年9月17日に付与された、「細胞組織オートフォーカス完全検査装置」と題する米国特許5, 557, 097、

オーチン等に1996年3月12日に付与された、「自動式光学システム動作反復性を検査する方法と装置」と題する米国特許5,499,097、

リー等に1997年11月25日に付与された、「像面変調パターン認識方法と装置」と題する米国特許5,692,066、

リー等に1998年8月25日に付与される、「高効率コンピュータ補助式スクリーニング法と装置」と題する米国特許5,799,101（これは1994年9月30日に出願され、放棄された米国特許出願08/315,719の継続出願である）、

オー等に1998年7月28日に付与された、「イメージ・エンハンスメント方法と装置」と題する米国特許5,787,208、

リーレイ等に1997年6月24日に付与された、「フォーカル・プレーン分離測定法と装置」と題する米国特許5,642,441、

リー等に1997年4月29日に付与された、「生物標本個体群のためのスライドと組織標本を連続的に監視し、予想する方法と装置」と題する米国特許5,625,706、

【0039】

リー等に1998年4月28日に付与された、「強壮分類測定法と装置」と題する米国特許5,745,601、

ウイルヘルム等に1997年9月23日に付与された、「スライドと組織標本の品質を評価する方法と装置」と題する米国特許5,671,288、

フロスト等に1997年4月15日に付与された、「イメージング・システム変換ファンクション制御方法と装置」と題する米国特許5,621,519、

リー等に1997年4月8日に付与された、「自動システムをラボラトリに組み込む方法と装置」と題する米国特許5,619,428、

シュミット等に1998年6月14日に付与された、「高速形態処理装置」と題する米国特許5,781,667、

リー等に1997年6月24日に付与された、「イメージ・コントラストの品質評価法と装置」と題する米国特許5,642,433、

リーに1998年1月20日に付与された、「データ処理技術を使って対象を

特定する方法」と題する米国特許5, 710, 842 (これは1996年6月18日に付与された米国特許5, 528, 703の分割)、

【0040】

オー等が1997年1月25日に出願した、「光学的変換機能のアリアス・フリー測定法と装置」と題する現在継続中の米国特許出願08/788, 239、

オーチン等に1997年8月5日に付与された、「細胞組織オートフォーカス完全検査装置」と題する米国特許5, 654, 535 (これは1996年9月17日に付与された米国特許5, 557, 097の分割)

1997年6月10日に付与された米国特許5, 638, 459の分割である、「顕微鏡スライドのカバーリップを検知する方法と装置」と題するローゼンロフ等の1997年1月16日付け分割出願であり、特許査定され、登録料も支払済みの米国特許出願08/784, 316、

「スクリーニング結果があいまいな場合の管理を効率的に改善する方法と装置」と題するリー等による、現在継続中の米国特許出願08/767, 457、

1997年8月5日に付与された米国特許5, 654, 535の分割である、「細胞組織のオートフォーカス完全検査装置」と題するオーチン等の1997年3月20日付け分割出願であり、現在継続中の米国特許出願08/821, 699

1997年8月5日に付与された米国特許5, 654, 535の分割であって、「細胞組織のオートフォーカス完全検査装置」と題し、1998年6月2日付けでオーチン等へ付与された米国特許5, 760, 387、

1997年8月5日に付与された米国特許5, 654, 535の分割である、「細胞組織オートフォーカス完全検査装置」と題するオーチン等の1997年3月20日付け分割出願であり、特許査定され、登録料も支払済みの米国特許出願08/823, 793、

1997年8月5日に付与された米国特許5, 654, 535の分割であって、「細胞組織オートフォーカス完全検査装置」と題し、1998年6月9日付けでオーチン等へ付与された米国特許5, 763, 871、

1997年8月5日に付与された米国特許5, 654, 535の分割である、

「細胞組織オートフォーカス完全検査装置」と題するオーチン等の1997年3月20日付け分割出願であり、特許査定された米国特許出願08/821,694、

「フォーカルプレーン分離の測定法と装置」と題し、1997年6月24日に付与された米国特許5,642,441の分割である、「フォーカルプレーン分離測定に基づく非点収差測定装置」と題するリレイ等の1997年3月13日付け分割出願であり、特許査定され、登録料も支払済みの米国特許出願08/816,837、

「マスキレスの半導体と液晶ディスプレイの検査装置と方法」と題し、リー等により1997年7月3日出願され、現在継続中の米国特許出願08/888,115、

「多次元像処理用の減少した指令セットアーキテクチャのための方法と装置」と題し、リー等により1997年7月3日出願され、現在継続中の米国特許出願08/888,120、

「自動半導体ウェーファーと液晶ディスプレイの欠陥の類別における増分同時学習方法と装置」と題し、リー等により1997年7月3日出願され、現在継続中の米国特許出願08/888,119、

「多次元イメージ分解合成を使用した半導体ウェーファとLCDの検査方法と装置」と題し、リー等が1997年7月3日出願し、現在継続中の米国特許出願08/888,116。

以上すべての特許出願と特許とを参考資料として挙げる。

【0041】

特許法が規定しているところに従って、当業者が本発明を実施するに必要とする情報は本文に開示しているが、ここに開示したものとは異なる設備、装置によっても本発明を実施、利用できるものであり、その様な設備、装置の細部と動作との両方についての様々な変形を含めて、本発明の技術的範囲に属するものであることを理解されたい。

【図面の簡単な説明】

本発明を説明するために添付の図面を参照しつつ好ましい実施例を説明する。

【図1】

本発明の方法及び装置を示している。

【図2】

自動ウェハ欠陥分類システムのトレーニング及びアプリケーションフェーズを示している。

【図3】

製造情報を使用することによって潜在的欠陥を処理し、増加的同时学習を制御する本発明の方法を示している。

【図4】

新規検出工程を実行する本発明の処理フローダイアグラムを示している。

【図5】

本発明に真偽問いかけモジュールの処理フローダイアグラムを示している。

【図6】

本発明の分類ルール発生を示している。

【図7】

本発明の欠陥知識データベースの構造を示している。

【図8】

特徴空間における1つの例に適用されるような本発明の学習ベクトル量子化方法を示している。

【図9】

変換された特徴リストを発生するための本発明の方法を示している。

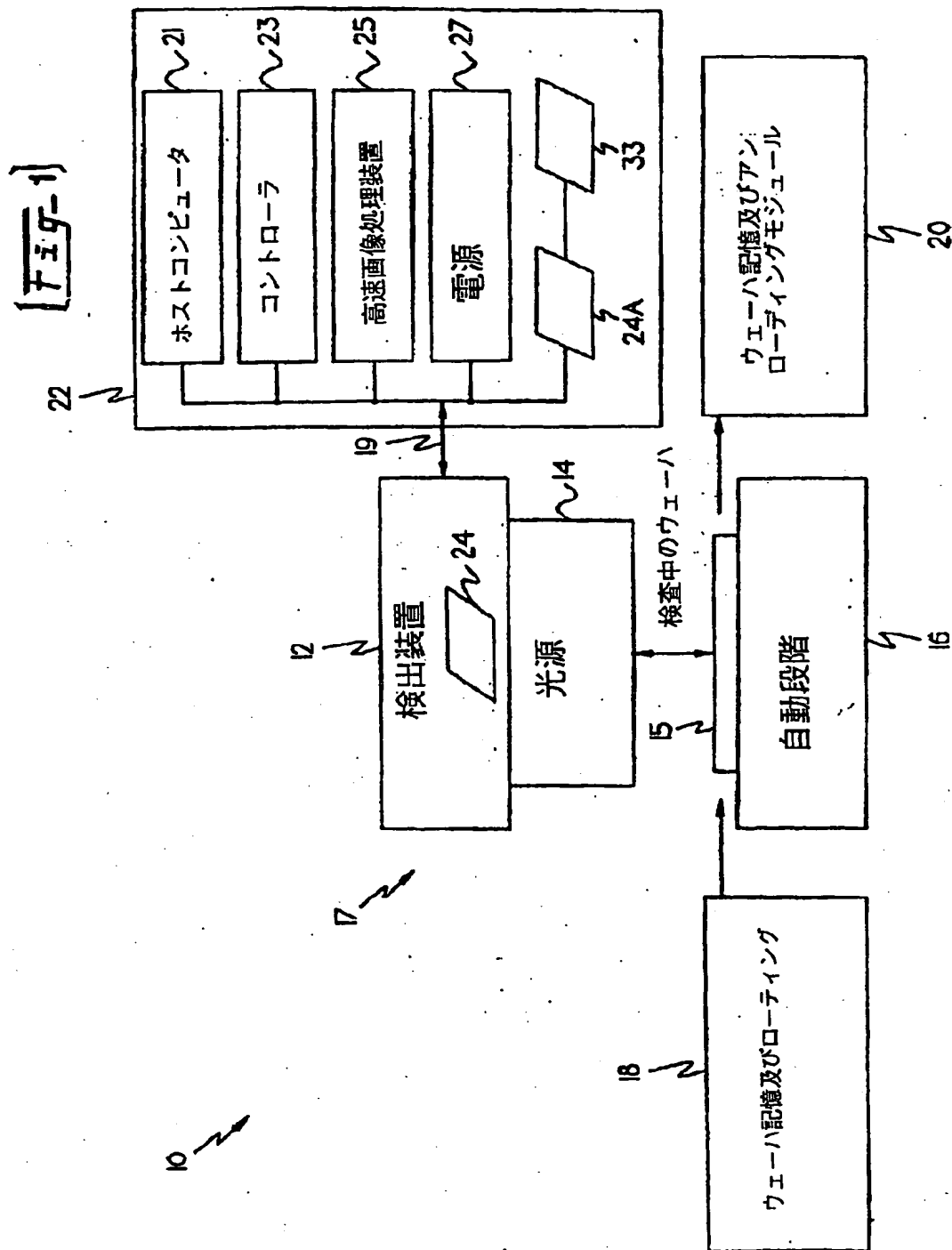
【図10A】

周期的なサンプリング及び分類ルール確認あるいは更新のための本発明の方法の1実施例を示す。

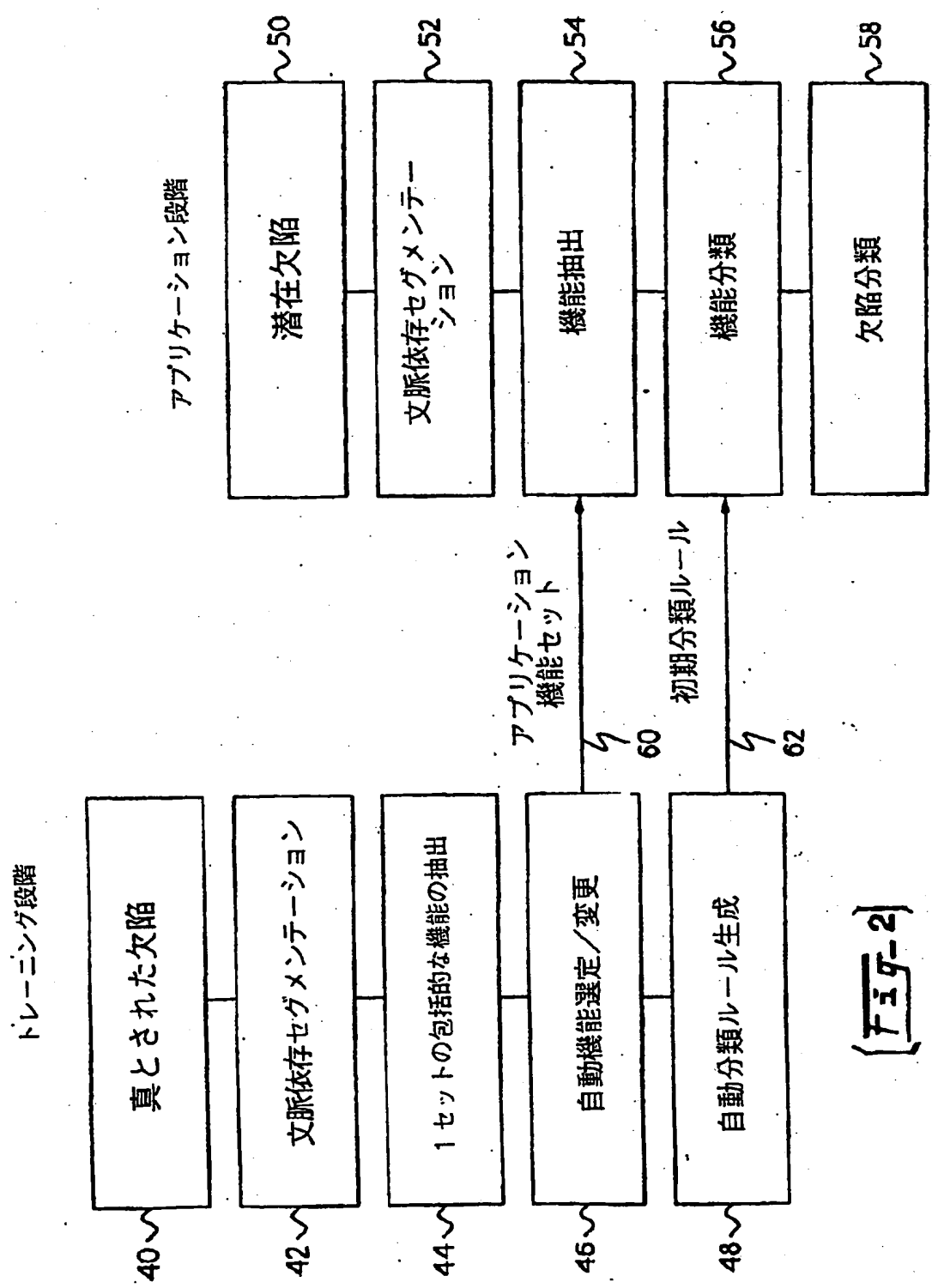
【図10B】

周期的なサンプリング及び分類ルール確認あるいは更新のための本発明の方法の1実施例を示す。

【図-1】

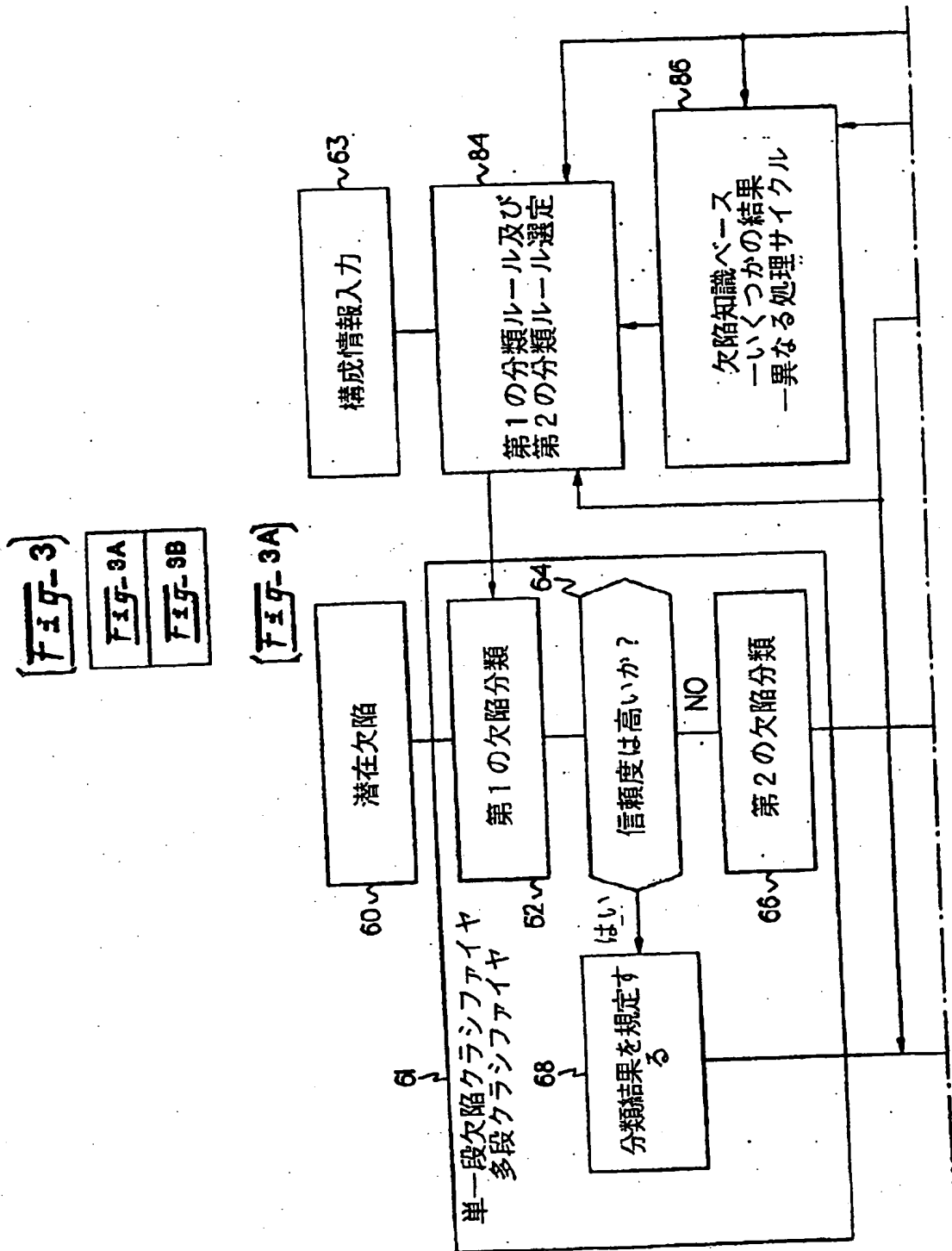


【図-2】

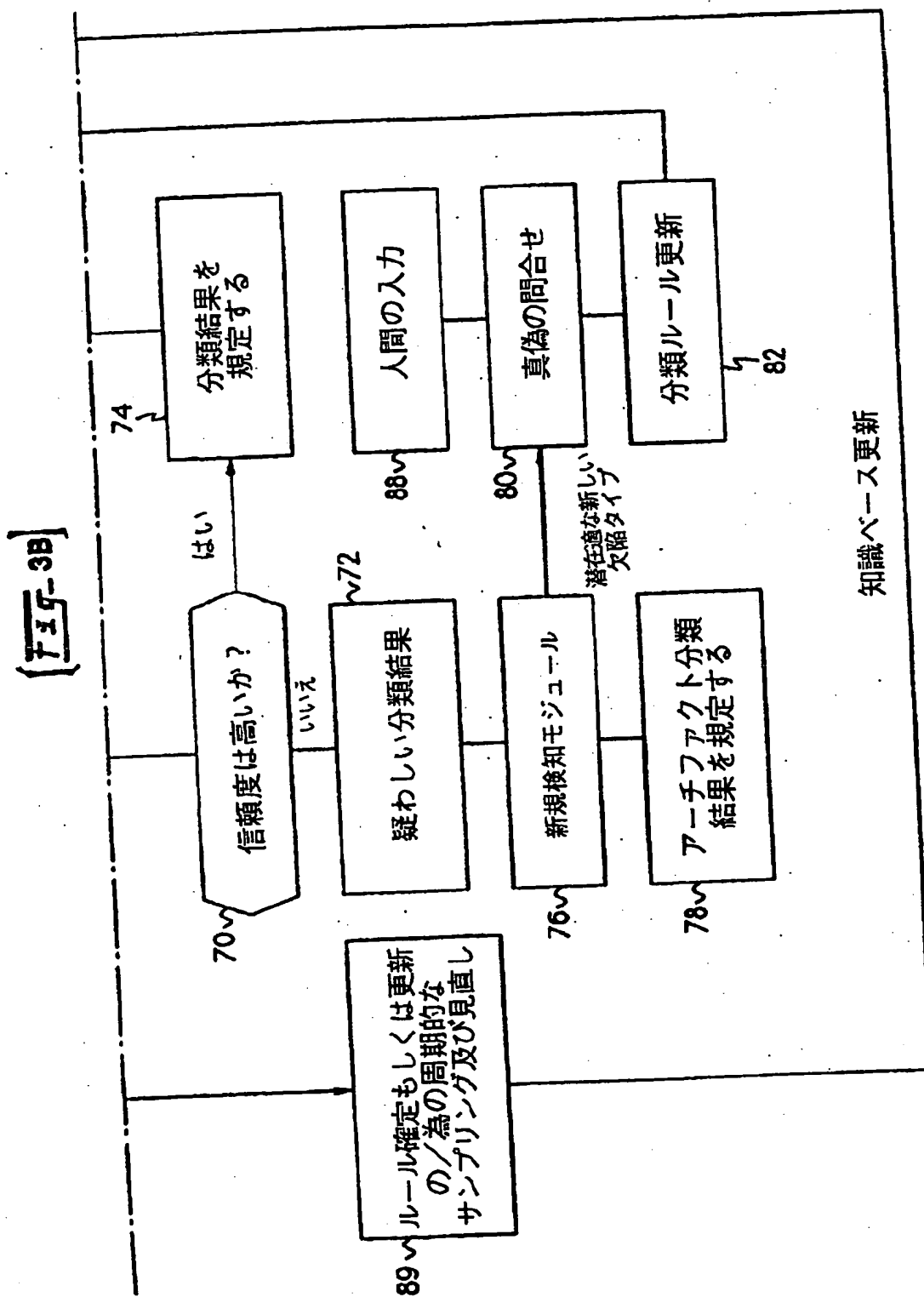


【Fig-2】

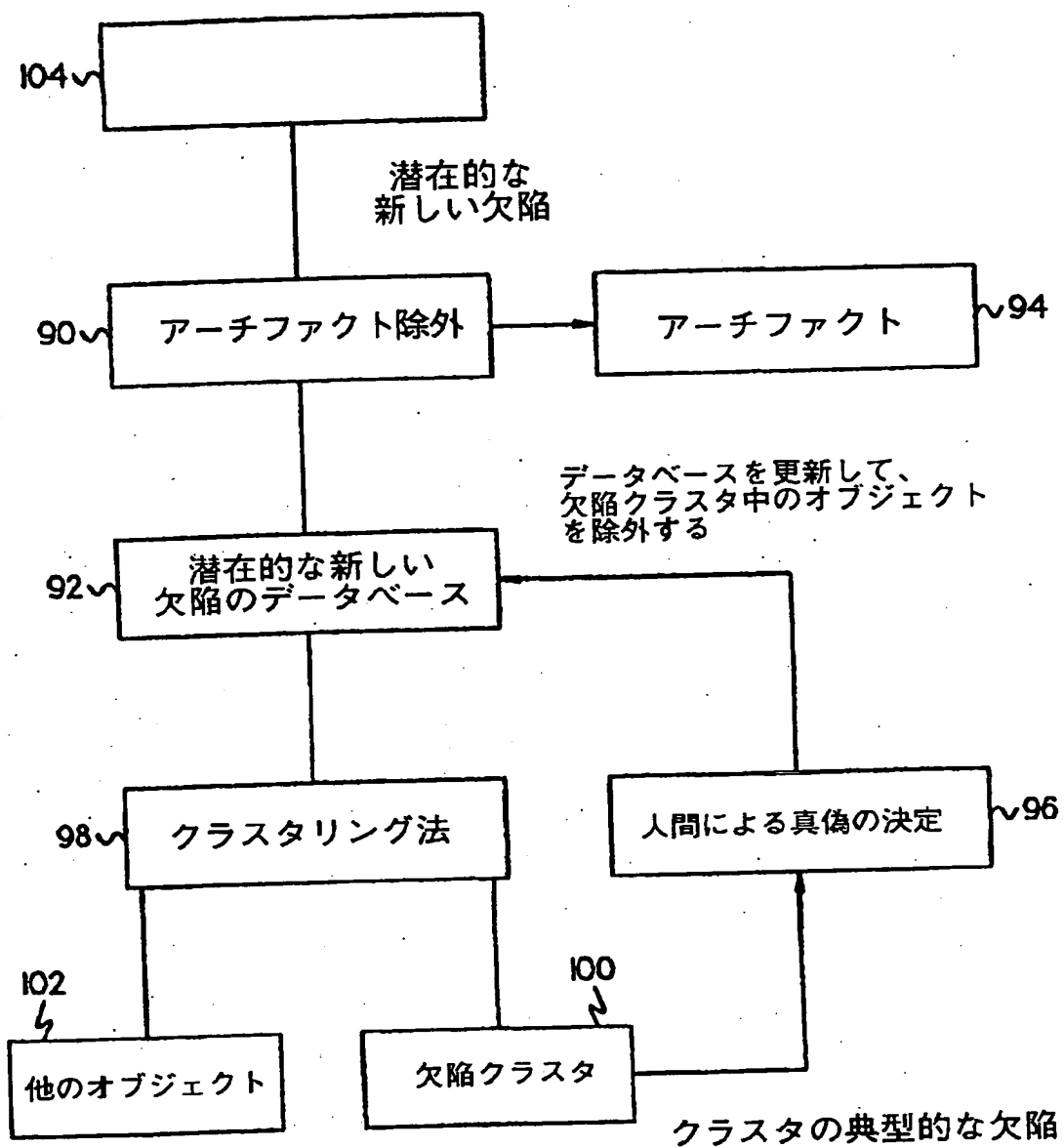
【図-3】



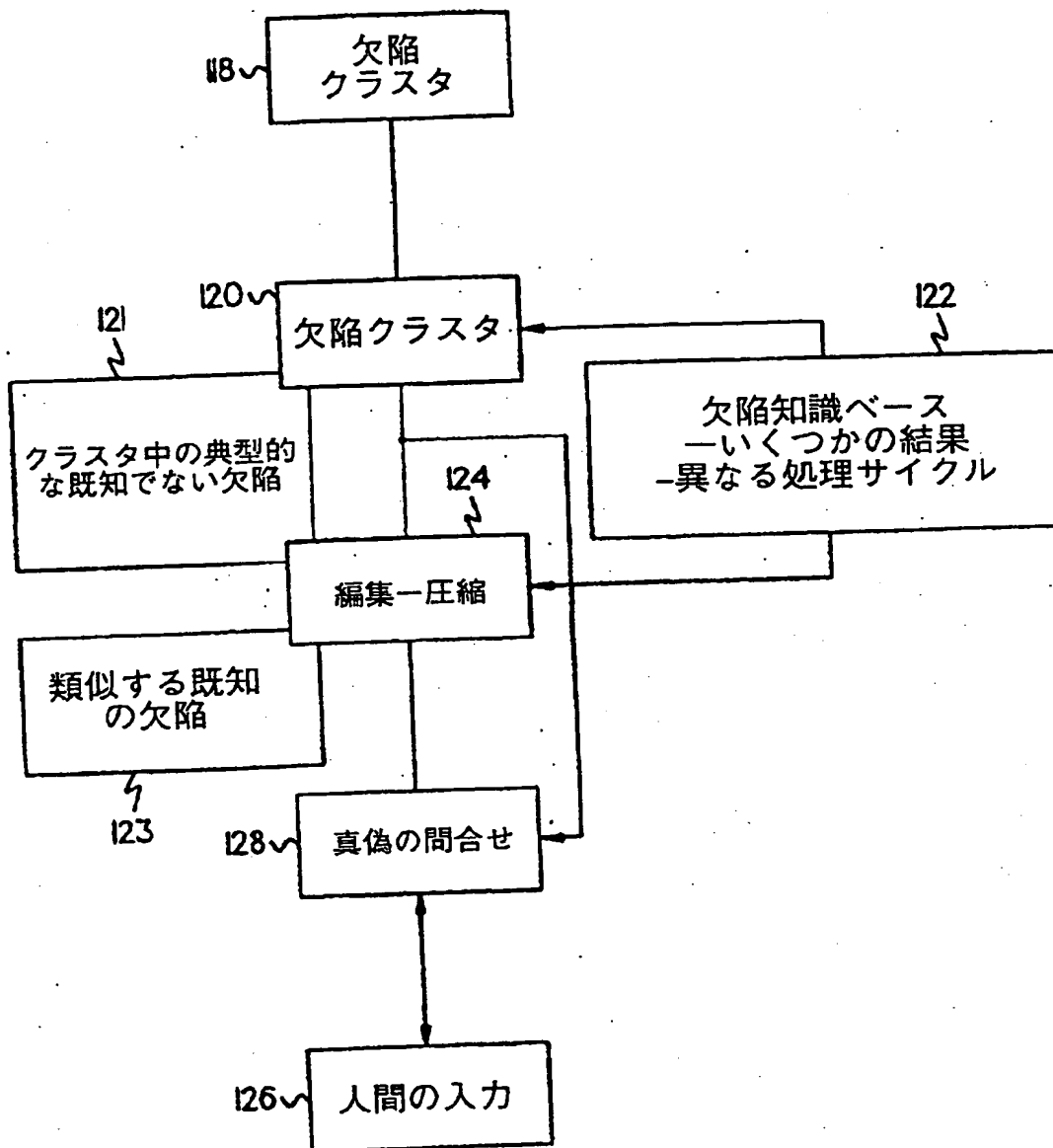
【図-3B】



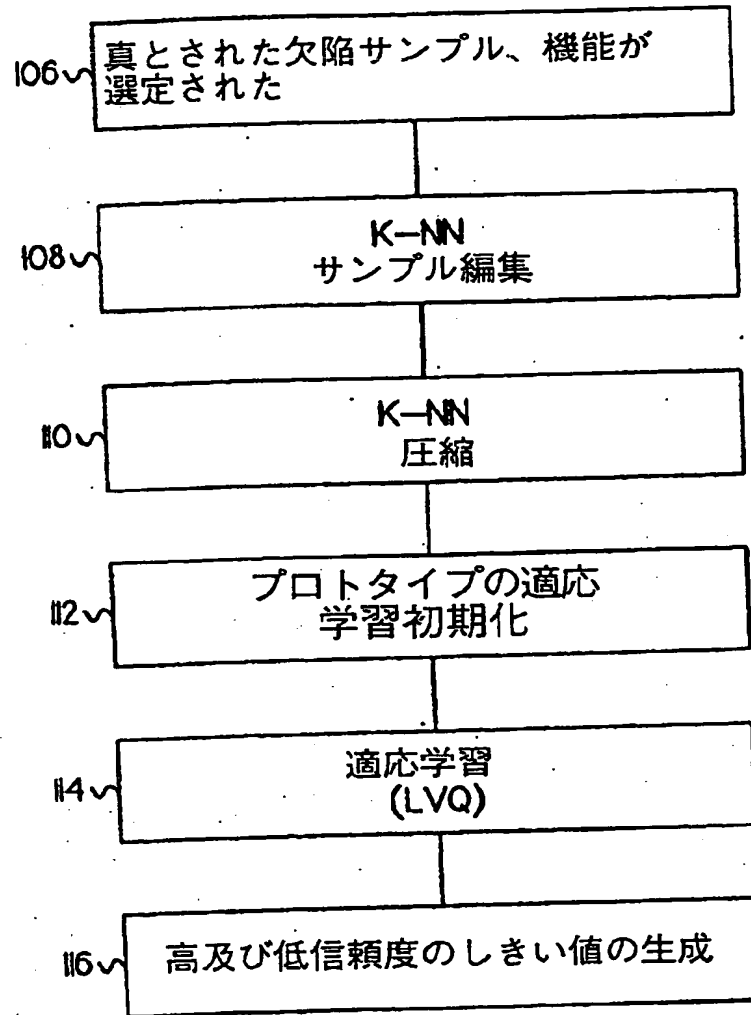
【図-4】



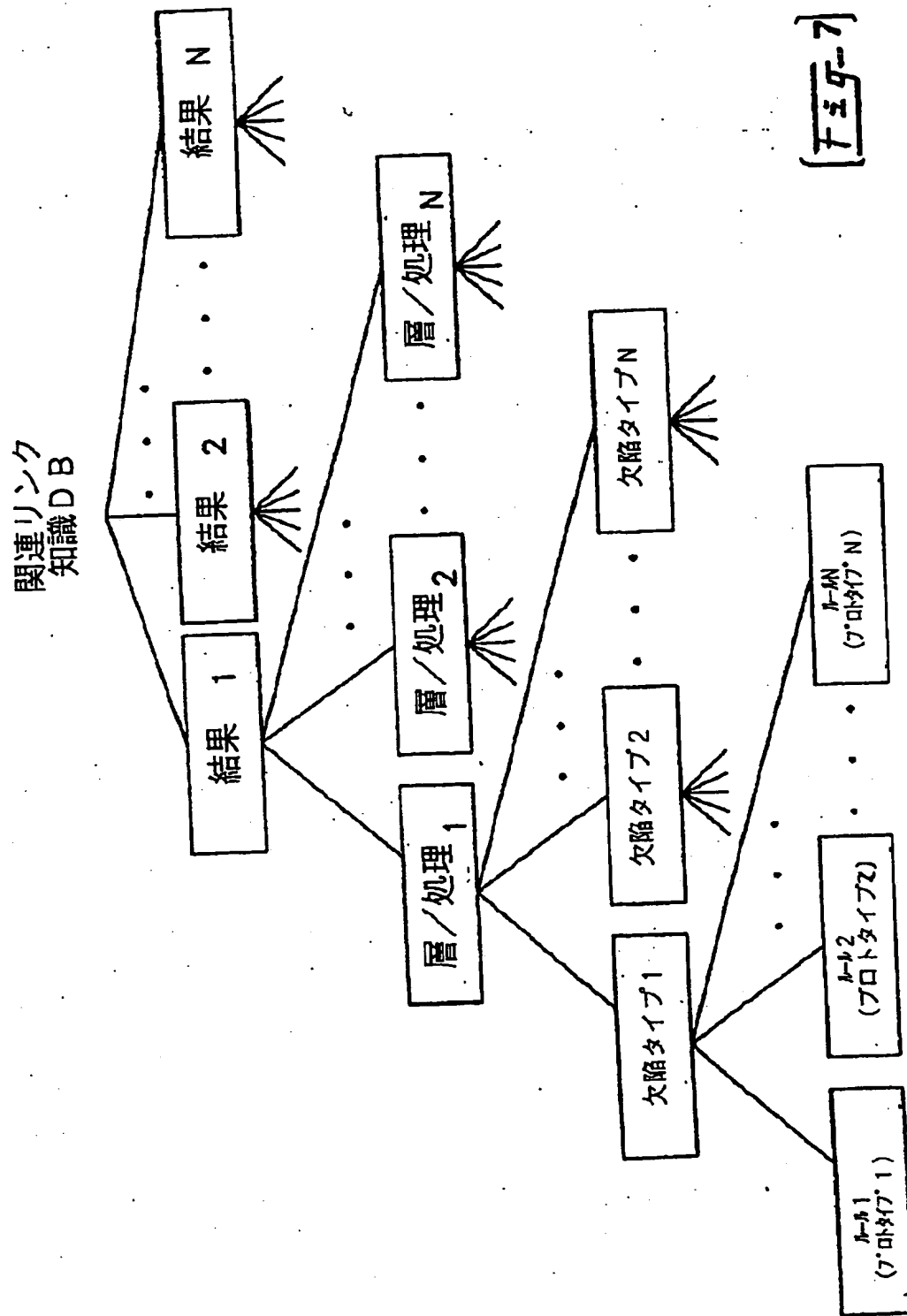
【図-5】



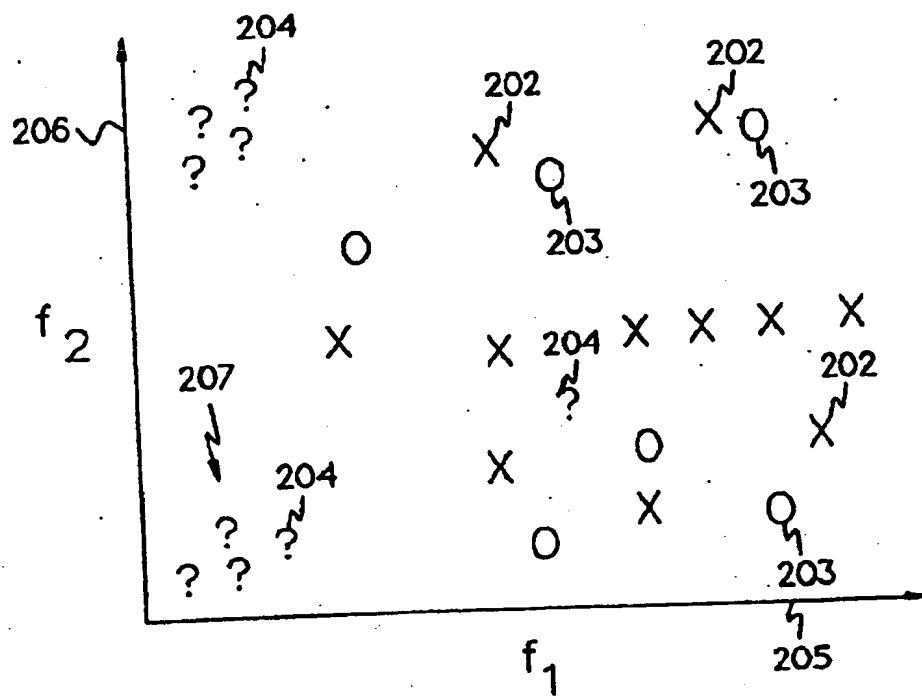
【図-6】



【図-7】



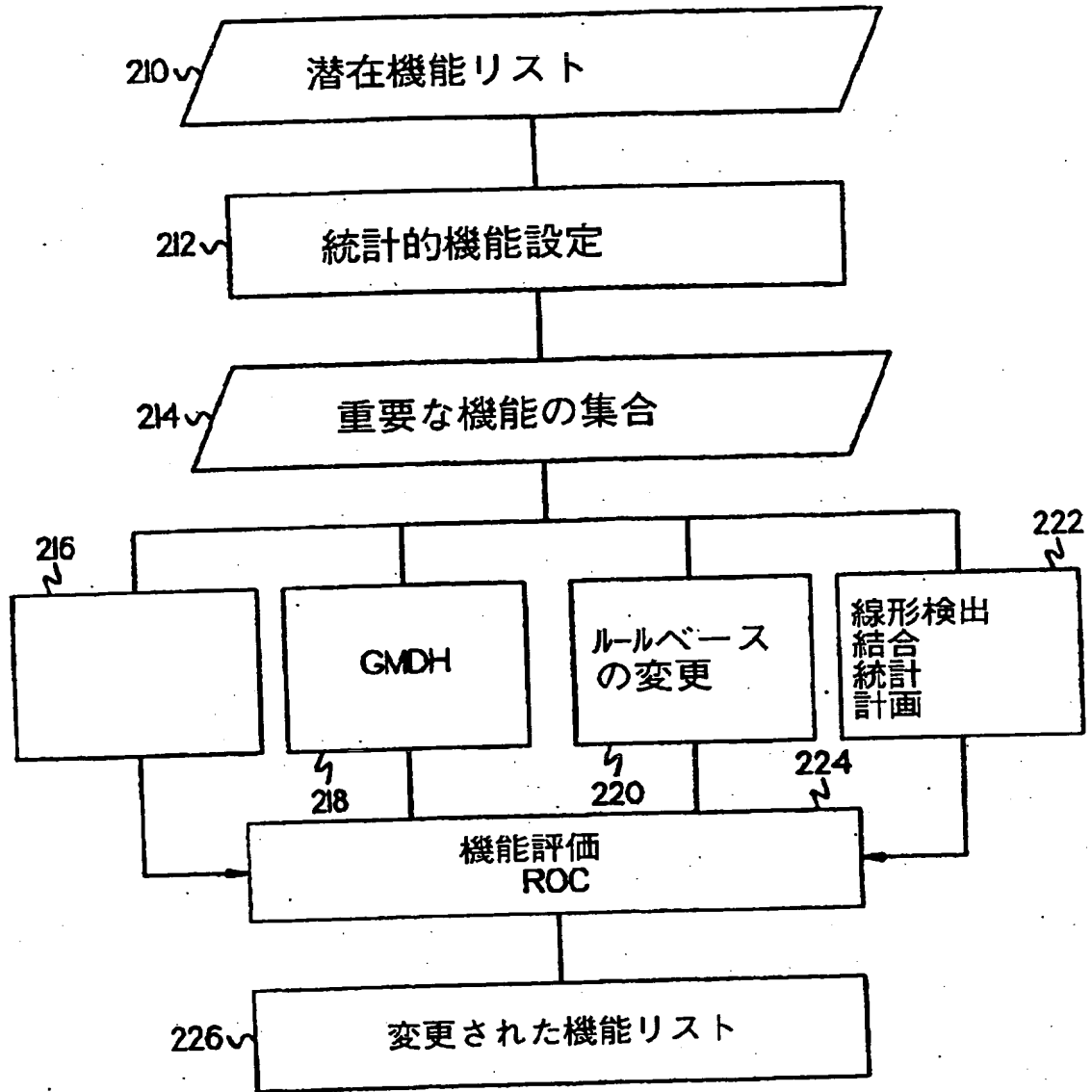
【図-8】



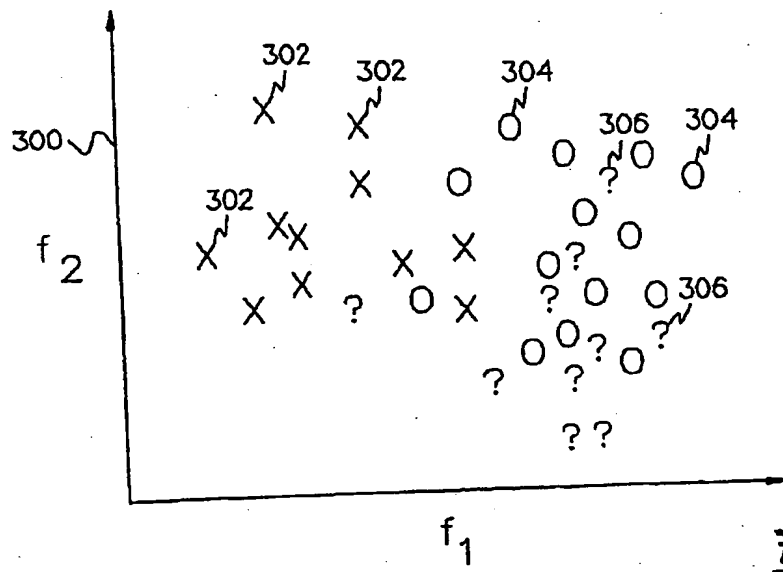
K-NN

K 番目に近いもの
5 番目に近いもの

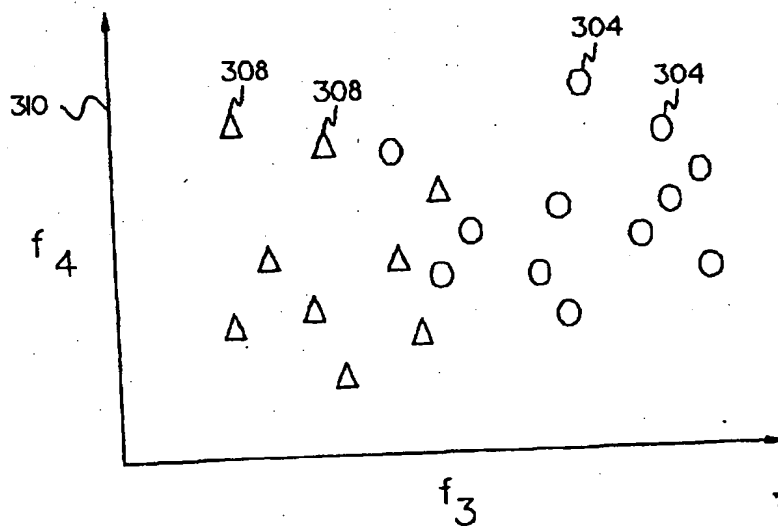
【図-9】



【図10A】

Fig-10A

【図10B】

Fig-10B

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US98/13670
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(6) : G06K 9/60, 9/62, 9/00; G06F 15/20; G01B 11/00 US CL : 382/141-150, 155-159; 395/50, 51, 75 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 382/141-150, 155-159; 395/50, 51, 75 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) APS SEARCH KEYS: DEFECT, WAFER, SEMICONDUCTOR, PCB, CLASSIFICATION		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5,544,256 A (BRECHER et al.) 06 AUG 1996, Figs. 1, 16-17, ABSTRACT, COL. 1 - COL. 23	1-30
Y	US 5,307,421 A (DARBOUX et al.) 26 APR 1994, Figs. 1, 6-7, ABSTRACT, COL. 1 - COL. 9	1-30
Y	US 4,519,041 A (FANT et al.) 21 MAY 1985, Figs. 1, 8-10, ABSTRACT, COL. 1 - COL. 27	1-30
Y	US 5,499,097 A (ORTYN et al.) 12 MAR 1996, Figs. 1-9, 11, ABSTRACT, ENTIRE OF PATENT	1-30
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier documents published on or after the international filing date "L" documents which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"T" later documents published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "G" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 12 SEPTEMBER 1998		Date of mailing of the international search report 19 OCT 1998
Name and mailing address of the ISA/US Commissioner of Patents and Trademarks Box PCT Washington, D.C. 20231 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer JOSE L. COUSO Telephone No. (703) 305-3800

フロントページの続き

(72)発明者 クアン チー チャウ エル
アメリカ合衆国 ワシントン州 98006
ベルヴィュー ワンハンドレッドアンドサ
ーティナインス プレイス サウスイース
ト 5020

Fターム(参考) 2F065 AA49 CC19 CC25 FF42 MM02
PP12 PP24 QQ01 QQ03 QQ21
QQ23 QQ25 QQ41 RR05 RR06
4M106 AA01 CA16 CA39 CA41 CA45
CA46 CA70 CB19 DB01 DB07
DB21 DH01 DJ20 DJ21 DJ38
DJ40
5B049 AA02 BB07 EE05 EE07 EE11
EE51
5B057 AA03 BA26 BA30 DA03 DA12
DC40